

Die weitere Aufgabe wäre nun, eine Erklärung für die merkwürdige Art der Natronwirkung zu finden. In der That, wenn man das Phänomen auch vielmals gesehen hat, so überrascht es doch immer wieder. Ginge wenigstens die Constriction nach abwärts, in der Richtung der normalen Peristaltik; oder doch nach abwärts und aufwärts zugleich! aber nur nach aufwärts! Ich gestehe, dass ich keine irgendwie begründete und genügende Erklärung zu geben vermag und auch vor der Hand nicht weiß, wie man der Frage experimentell oder anatomisch bekommen könnte. Ich muss mich deshalb zunächst mit dem einfachen Verzeichnen der Thatsache begnügen.

---

## II.

### Ueber compensatorische Hypertrophie der Nieren.

Von Dr. Hugo Ribbert,

Privatdocenten für pathologische Anatomie und Assistenten am pathologischen  
Institute zu Bonn.

---

Die compensatorische Vergrösserung einer Niere nach dem Zugehen oder der Exstirpation der anderen ist nach ihren anatomischen Bedingungen noch nicht genügend aufgeklärt. Wir wissen noch nicht mit voller Bestimmtheit, ob die Vergrösserung der Niere auf Vermehrung (Hyperplasie) oder auf Vergrösserung (Hypertrophie) der einzelnen Bestandtheile beruht, ob nur die gewundenen Harnkanälchen an Grösse zunehmen, oder ob auch die Glomeruli dabei beteiligt sind. Ja nach Rosenstein<sup>1)</sup> soll nur in geringem Grade eine wirkliche Vergrösserung der Epithelien und des Zwischengewebes eintreten, vielmehr soll die wesentliche Folge nach Exstirpation einer Niere eine Gewichtszunahme des anderen Organes sein, veranlasst durch grössere Dichtigkeit der einzelnen Elementarbestandtheile. Diese Resultate erzielte Rosenstein durch Exstirpation der einen Niere bei erwachsenen Thieren, Hunden und Kaninchen, und durch Vergleichung der Grössen- und Gewichtszahlen eben dieser Niere mit denen des anderen nach verschieden langer Zeit (3 bis

<sup>1)</sup> Ueber complementäre Hypertrophie der Nieren. Dieses Archiv Bd. LIII. S. 141.

102 Tagen) extirpirten Organes. Er fand gewöhnlich keine irgendwie erhebliche Vergrösserung der zurückgebliebenen Niere, obgleich die Harnsecretion nach der Operation in normaler Weise fortzulaufen pflegte. Insbesondere beobachtete er auch keinerlei Grössenzunahme der Glomeruli. Ein Jahr später stellte Perl<sup>1)</sup> über denselben Gegenstand eine rein anatomische Untersuchung an menschlichen Nieren an und beschrieb 9 Fälle von einseitiger Nierenvergrösserung bei Hydronephrose auf der anderen Seite. Vorher bestimmte er die Grössenverhältnisse normaler menschlicher Nieren im Ganzen und Einzelnen und verglich mit diesen Maassen die hypertrophischen Organe. So gelang es ihm zu zeigen, dass in letzteren die Epithelien der gewundenen Harnkanälchen an Volumen erheblich zugenommen hatten, dass die geraden Harnkanälchen unbeteiligt und dass die Glomeruli nicht nachweisbar vergrössert waren.

Von früheren Autoren haben wir nur wenig sicher verwerthbare Mittheilungen. Valentin<sup>2)</sup> hielt seine operirten Thiere nicht lange genug am Leben, um bestimmte Resultate erzielen zu können, glaubte aber gleichwohl eine geringe Grössenzunahme des ganzen Organes und seiner einzelnen Bestandtheile constatiren zu müssen. Die von ihm mitgetheilten Zahlenunterschiede sind aber zu unbedeutend. Alle übrigen Forscher sprechen sich nur im Allgemeinen für oder gegen das Vorkommen von wahrer Hypertrophie aus, so Rokitansky<sup>3)</sup>, Wagner<sup>4)</sup>, Beckmann<sup>5)</sup>, Simon<sup>6)</sup>. Auf Grund des Vorstehenden können wir also die Frage nach den anatomischen Grundlagen der compensatorischen Nierenhypertrophie keineswegs als gelöst ansehen. Ich unternahm es daher, angeregt durch Beobachtungen, die Köster<sup>7)</sup> bei partieller Hypertrophie interstitiell erkrankter Nieren und die ich selbst<sup>7)</sup> bei dem gleichen Objecte eines neugeborenen luetischen Kindes machte, und die auf erhebliche

<sup>1)</sup> Anatomische Studien über compensatorische Nierenhypertrophie. Dieses Archiv Bd. LVI. S. 305.

<sup>2)</sup> De functionibus nervorum cerebralis et nervi sympathici. Bern 1839. p. 148.

<sup>3)</sup> Lehrbuch der pathol. Anat. Bd. 3. S. 317.

<sup>4)</sup> Neubildung von Drüsengewebe. Schmidt's Jahrb. Bd. 103. S. 92.

<sup>5)</sup> Dieses Archiv Bd. XI. S. 52.

<sup>6)</sup> Chirurgie der Nieren. S. 82.

<sup>7)</sup> Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 27. Juni 1881.

Volumszunahme des Epithels der gewundenen Harnkanälchen hinausliefen, die Frage nochmals experimentell zu prüfen. Ich ging aber von der Vorstellung aus, dass bei ausgewachsenen Thieren eine compensatorische Uebernahme der Function nicht von genügend ausgeprägten anatomischen Folgen begleitet sein möchte und wandte mich daher zu jungen, wachsenden Thieren. Selbstverständlich konnte ich hier nicht so verfahren, dass ich den Hunden oder Kaninchen eine Niere extirpierte und mit dieser dann die andere später ausgeschnittene aber inzwischen ja erheblich gewachsene verglich. Ich griff die Sache daher so an, dass ich stets 2 Thiere von gleichem Wurfe in Parallele setzte, dem einen eine Niere entfernte, das andere dagegen unverletzt ruhig leben liess. Ich durfte jawohl annehmen, dass 2 Thiere von gleichem Alter bei gleichmässiger Fütterung sich auch gleichmässig entwickeln und gleich grosse Organe aufweisen würden. Wenigstens können beträchtliche Größenunterschiede nicht wohl vorhanden sein. Ich durfte daher mit Recht die eine Niere des operirten Thieres mit der entsprechenden des anderen vergleichen, mit der entsprechenden deshalb, weil, wie schon Rosenstein her vorhob, die rechte Niere stets etwas grösser und schwerer als die linke zu sein pflegt. Beide Thiere wurden dann nach Ablauf einer bestimmten Zeit durch Verbluten (Carotisdurchschneidung) gelödtet. Diese Todesart schien mir deshalb besonders geeignet, weil die fraglichen Organe dadurch den gleichen Blutgehalt, resp. die gleiche Blutleere bekamen und daher bei Messungen nur das Parenchym in Betracht gezogen wurde.

Nach diesen Angaben verfuhr ich bei 2 Hunden und zweimal je 2 Kaninchen, also in drei Fällen. Die geringe Anzahl wird durch die Prägnanz der Resultate entschuldigt. Die betreffenden Thiere überstanden die Operation sehr gut und blieben im Wachsthum nur unbedeutend gegen ihren intacten Genossen zurück. Hunde sowohl wie Kaninchen waren stets nur eben so alt, dass sie allein saufen resp. fressen konnten.

Ich ging mit der Idee an die Untersuchung, dass bei wachsenden Thieren nicht nur eine etwaige Volumszunahme der einzelnen Elementarbestandtheile der Nieren sehr deutlich werden, sondern dass vielleicht auch eine Neubildung von ganzen Harnkanälchen und Glomerulis stattfinden würde. Diese Vorstellung bestätigte sich nun

zwar nicht, um so besser ausgeprägt wurde aber die andere Seite der Frage. Von den 4 Kaninchen lebten zwei nur acht Tage, die beiden anderen 30, die Hunde 32 Tage. Wir beginnen mit der Betrachtung der beiden ersten Kaninchen.

Die übrig gebliebene Niere des operirten Thieres (die rechte) war entsprechend der kurzen Zeitdauer seit der Operation nur unbedeutend vergrössert, jedoch so, dass sie mit den beiden Nieren des anderen Thieres beliebig durcheinandergeworfen stets mit Sicherheit wieder herauszufinden war.

Es sei noch bemerkt, dass ich die Nieren nicht gewogen habe, da ein Gewichtsunterschied verschieden grosser Organe für unsere Frage wenig Bedeutung hat. Ich setzte an Stelle dieser Wägemethode die Volumsangabe des Organs, gemessen durch Verdrängen von Wasser in einen graduirten Cylinder.

Bei jenen beiden Kaninchen nun betrug

die Länge der normalen rechten Niere  $19\frac{1}{2}$  Mm.

- - - hypertrophischen - - - 21 Mm.

Die Dicke beider Organe war die gleiche, wenigstens der Unterschied nicht mit den gewöhnlichen Mitteln messbar. Da nun die Niere sowohl in der Breite wie in der Höhe hypertrophiren wird, so ist wohl anzunehmen, dass das ausgeschnittene Organ, auf den Tisch gelegt, in sich etwas collabiren, sich etwas abflachen wird, und dass dadurch ohnehin schon geringe Dickenunterschiede noch mehr verschwinden werden.

Die hypertrophische Niere verdrängte  $2\frac{1}{2}$  Cem. Wasser, die normale 2 Cem., selbstverständlich befreit von allem Fett und bei dicht am Hilus abgeschnittenen Arterien und Ureteren.

Nach dem Aufschneiden betrug die Breite der Rinde knapp drei, beziehungsweise gut 3 Mm.

Beide Nieren wurden nun im frischen Zustand mikroskopisch untersucht, dann in Müller'scher Flüssigkeit einen Tag aufbewahrt, darauf ausgewaschen und in Alkohol gehärtet. In gleicher Weise verfuhr ich mit den später zu beschreibenden Nieren. Die frische Untersuchung ist nicht besonders zu empfehlen. Ein nur geringer Unterschied im Drucke des Deckglases, veranlasst durch verschiedenes Gewicht des letzteren oder durch verschiedene Dicke der Schnitte, kann unter Umständen Unterschiede in den Maassverhältnissen hervorrufen und ebensolche Unterschiede, falls sie nur gering sind,

verwischen. Prächtige Differenzen werden natürlich auch bei frischer Untersuchung hervortreten. Alle etwaigen Unterschiede müssen aber bei durchaus gleicher Aufbewahrung der Objecte auch ausgeprägt bleiben, da die Contraction der Gewebe durch die Conservirungsflüssigkeiten in jedem Falle in gleicher Weise erfolgt; und speciell die anfängliche Anwendung der Müller'schen Flüssigkeit wird die Structurverhältnisse nahezu festhalten, zumal bei dieser Behandlungsweise das Volumen des ganzen Organes kaum geringer wird.

Die Untersuchung der beiden ersten Nieren nun gab keine vollkommenen genügenden Resultate. Messungen der Harnkanälchen und Glomeruli liessen dieselben zwar durchschnittlich in der hypertrophischen Niere etwas grösser erscheinen, aber die Unterschiede waren nicht so bedeutend, dass ich sie als beweiskräftig hätte ansehen dürfen. Ein Zeitraum von acht Tagen hatte also nicht ausgereicht, um der Compensation eine sichere anatomische Basis bezüglich der Vergrösserung vorhandener Gewebsteile zu geben. Aber auch eine Neubildung in irgend welcher Form hatte nicht stattgefunden. Ich sah keinerlei Prozesse, die etwa analog der embryonalen Entwicklung auf peripherisches Wachsthum der Niere schliessen liessen, keine Neubildung von Harnkanälchen und deshalb natürlich auch keine jungen Glomerulusanlagen. Die oben angegebene Grössenzunahme der compensatorischen Niere muss daher nothwendigerweise auf Volumszunahme der einzelnen Bestandtheile bezogen werden, ist ja aber auch so unbedeutend, dass der jedem Harnkanälchen und Glomerulus zufallende Anteil an derselben nur unvollkommen messbar sein kann.

Weit deutlicher wurden aber die Ergebnisse bei den anderen Versuchstieren, von denen ich die beiden Hunde wegen der besonders ausgeprägten Folgezustände zunächst anführen.

Diese Hunde haben, wie schon erwähnt, 32 Tage gelebt. Der operirte Hund war gegen den gesunden eben merklich im Wachsthum zurückgeblieben, so dass also für seine Niere die anzugebenden Zahlen eher etwas grösser angenommen werden dürfen. Die linke Niere war entfernt worden.

Es betrng die Länge der rechten Niere des normalen 46 Mm., die des operirten Hundes  $49\frac{1}{2}$  Mm., die Höhe dort 17 hier  $20\frac{1}{2}$  Mm. Das erstere Organ verdrängte 15 Ccm. Wasser, das zweite 20 Ccm. Der Grössenunterschied fiel, wie aus den Zahlen hervorgeht, sofort

klar in die Augen. Freilich hatte ich ihn mir für das Auge noch grösser vorgestellt, aber man muss bedenken, dass es eben auf die vergleichsweise schwerer zu schätzende kubische Zunahme ankommt. Es war also das Volumen der compensatorischen Niere um  $\frac{1}{3}$  grösser, und diese Vergrösserung kam lediglich auf die Rindensubstanz, welche im ersten Falle zwischen 3 und 5 Mm., im letzteren zwischen 4 und 8 Mm. schwankte. Die Marksubstanz war in beiden Nieren gleich breit, natürlich nur bei Messung in gleichen Stellen und in gleicher Richtung.

Ist auf diese Weise die Niere um den dritten Theil des Gesamtvolumens der normalen rascher gewachsen bei gleichbleibender Masse der Marksustanz, so werden wir durch relativ einfache Rechnungen finden können, um wie viel ihrer selbst die Rindensubstanz inhaltreicher ist. Wir nehmen zu dem Zweck an, die Nieren seien Kugeln, deren Durchmesser wir annähernd in dem Mittelwerthe des grössten Längs- und Dickendurchmessers suchen dürfen. Für die normale Niere erhalten wir so einen Durchmesser von 31,5 Mm. (46+17:2), für die hypertrophische von 35 Mm. (49,5+20,5:2). Berechnen wir daraus mit Hülfe der Formel  $\frac{4}{3}r^3\pi$  den Kugelinhalt, wobei wir  $\pi$  der Bequemlichkeit halber, und da es ja auf absolute Genauigkeit nicht ankommt, zu 3 annehmen, dann ergiebt sich für die normale Niere ein Inhalt von 15478 Cmm. (sie verdrängte 15 Ccm. Wasser), für die compensatorische 20053 (sie verdrängte 20 Ccm. Wasser), Zahlen also, die mit unseren Volumsangaben gut übereinstimmen. Die Differenz beider Inhaltszahlen finden wir zu 4575.

Die Masse der Rindensubstanz der normalen Niere berechnen wir dadurch, dass wir in die Formel  $\frac{4}{3}r^3\pi$  für  $r$  den um die einfache Rindenbreite (4 Mm.) verkleinerten halben Durchmesser des Organes einsetzen, also die Zahl 11,7, daraus dann den Cubicinhalt der Marksustanz zu 6406 Cmm. feststellen und diesen nun von dem Gesamminhalt der Niere subtrahiren. Es resultiert dann als Inhalt der Rindensubstanz 9072 Cmm. Davon beträgt die oben angegebene Zunahme der Masse der compensatorischen Niere (4575 Cmm.) etwas mehr als die Hälfte. Es ist demnach die Rindensubstanz von dem hypertrophen Organe (da ja die Marksustanz gleich gross geblieben ist), um die Hälfte der normalen Masse grösser. Wir werden sehen, dass diese Zunahme sich deckt

mit derjenigen, wie sie sich aus den mikroskopischen Maassen ergiebt.

Dieser beschriebenen Vergrösserung der Niere entspricht die Deutlichkeit der mikroskopischen Bilder, sowohl am frischen, wie am conservirten Object. Nichts ist leichter, als aus einer grossen Anzahl beliebig durch einander geworfener Schnitte beider Nieren die dem normalen und die dem hypertrophisch vergrösserten Organe angehörigen ohne jede Messung schon bei schwacher Vergrösserung herauszufinden, seien es nun Längs- oder Querschnitte.

Besonders deutlich wird der Unterschied, wenn man zwei Schnitte aus je einer Niere neben einander legt, so dass sie bei schwacher Vergrösserung gleichzeitig betrachtet werden können. Dann fällt sofort die Differenz in den Grössenverhältnissen der Glomeruli in's Auge. Zunächst sind ihre Kapseln in dem compensatorischen Organ weiter als in dem normalen, der Zwischenraum zwischen Kapsel und Gefässknäuel ist dort grösser als hier. Sodann aber ist der Gefässknäuel selbst ebenfalls wesentlich gegen den der gesunden Niere vergrössert.

Die Messungen erstreckten sich nun in beiden Nieren nur auf gleich hoch, d. h. gleich weit von der Oberfläche gelegene Glomeruli, da ja in jeder einzelnen Niere die Grösse der Gefässknäuel in der Nähe des Markes etwas beträchtlicher zu sein pflegt als dicht unter der Oberfläche. Dasselbe gilt für die später zu beschreibenden Harnkanälchen. Zu dem Zweck wurden Querschnitte stets in möglichst gleicher Entfernung von der Oberfläche genommen und auf Längsschnitten nur die dem Mark näheren Glomeruli in Betracht gezogen.

Weiterhin achtete ich beim Messen darauf, dass ich den jedesmal grössten Durchmesser der Kapsel und des Gefässknäuels in Rechnung brachte, um möglichst unparteiisch zu verfahren und ferner darauf, dass ich diejenigen Glomeruli nicht beachtete, die offenbar nicht in ihrer grössten Durchschoittsfläche getroffen, von denen nur kleine Kuppen im Schnitte sichtbar waren. Ich liess also die kleinsten Formen der Malpighi'schen Körper ungemesen.

So gelangte ich zu folgenden Zahlenreihen, die ich aus vielen anderen beliebig auswählte. Die Zahlen repräsentiren Mikromillimeter. Ich führe um eine annähernd vollständige Uebersicht zu geben jedesmal 30 Maasse an.

Normale Niere.		Compensatorische Niere.	
Grösster Durchmesser der Kapsel.	des Knäuels.	des Knäuels.	der Kapsel.
141	112	137	140
130	110	150	187
132	116	182	175
127	113	137	175
160	145	157	150
163	137	170	125
133	127	145	150
97	115	180	142
98	108	163	150
110	132	155	150
105	108	172	192
150	127	150	195
132	113	150	193
142	116	137	167
143	150	138	180
151	125	125	187
168	145	143	175
112	120	142	166
149	115	125	143
117	141	166	202
155	115	150	180
142	130	145	190
145	133	137	155
122	90	160	167
120	95	155	175
137	110	167	187
131	105	152	187
150	117	153	166
149	120	135	175
125	107	160	172
4036 : 30	3597 : 30	4538 : 30	5098 : 30
= 134 $\frac{1}{2}$	= 119 $\frac{9}{10}$	= 151 $\frac{4}{5}$	= 169 $\frac{4}{5}$
rund 134.	rund 120.	rund 151.	rund 170.

Die Zahlen 134:170 resp. 120:151 geben uns also das Verhältniss der grössten Durchmesser der Kapseln und Gefässknäuel an. Die Maasse für die letzteren sind aber besonders für die compensatorische Niere eher zu niedrig als zu hoch gegriffen, wie aus der Ueberlegung hervorgehen dürfte, dass im Leben die vergrösserten Glomeruli sicherlich mehr Blut enthalten als die normalen und dass

jenen in Folge dessen nach dem Tode, nach dem Ausfliessen des Blutes, mehr collabiren müssen als diese. Daraus erklärt sich auch zum Theil der grössere Abstand der Gefässknäuel und Kapseln in der compensatorischen Niere, wenn auch natürlich ein weiterer Anteil an der stärkeren Ausweitung der Kapsel der grösseren seernirten Wassermenge zugeschrieben werden muss.

Nun sind wir aber selbstverständlich an Schnitten und durch lineare Messungen überhaupt nur im Stande, den Durchmesser der Glomeruli zu bestimmen, nicht aber ihr Volumen. Da nun die Glomeruli nahezu Kugeln darstellen werden, wir sie wenigstens ohne grossen Fehler als solche annehmen können, so lässt sich ihr Inhalt leicht aus der schon einmal benutzten Formel  $\frac{4}{3}\pi r^3$  berechnen, wobei wir dann wieder  $\pi$  zu 3 annehmen. Es ergiebt sich dann für alle von mir angestellten Messungen etwa das Doppelte der Volumszunahme für die compensatorischen Glomeruli. Derartige Resultate sind natürlich nur in gewissen Grenzen richtig, da aber die Fehlerquellen auf beiden Seiten gleich sind, so ist das Verhältniss der schliesslich berechneten Zahlen jedenfalls als so zutreffend zu bezeichnen, dass dasselbe als Grundlage für Schlussfolgerungen verwerthet werden kann. Es wechselt nun in verschiedenen Zahlenreihen das Verhältniss in geringem Maasse, zuweilen bleibt die Durchschnittsgrösse etwas unter dem Doppelten, zuweilen geht sie darüber hinaus, sodass im Mittel meine obige Angabe der Wirklichkeit entspricht. Aus den angeführten Reihen ergiebt sich für den Inhalt der Gefässknäuel

$$864000 \text{ Cub.} \mu : 1721475 \text{ Cub.} \mu,$$

für den Inhalt der Kapseln

$$1203052 \text{ Cub.} \mu : 2408500 \text{ Cub.} \mu.$$

Daraus folgt, dass für die gemachten Angaben das Verhältniss der Gefässknäuel sich derart gestaltet, dass bis auf  $\frac{1}{21}$  der normalen Grössenverhältnisse die Zunahme das Doppelte beträgt, dass für die Kapsel eine über das Doppelte um  $\frac{1}{81}$  hinausgehende Zunahme sich ergiebt.

Es handelt sich nun weiter darum, nachzusehen, wodurch die Vergrösserung der Glomeruli bedingt ist, ob lediglich durch stärkere Ausdehnung in Folge grösserer Blutfülle, oder durch Neubildung von Theilen der Gefässknäuel. Ersteres ist schon a priori unwahrscheinlich, denn bei einfacher stärkerer Ausdehnung würde ein natür-

lich eintretendes stärkeres Zusammensinken der ausgedehnten Schlingen die scheinbare Vergrösserung verschwinden machen. Hier hörte das Messen zur Eruirung des Sachverhaltes auf und musste ich mich in erster Linie an das Zählen der einzelnen Glomerulusbestandtheile, insbesondere der Kerne halten. Hierdurch gewann ich dann das Resultat, dass in der That eine Zunahme der Kernzahl vor sich gegangen ist, denn einmal liegen auf den vergrösserten Gefässknäueln die Kerne, mithin auch die Epithelien, ebenso oder fast genau ebenso dicht, wie auf den normalen, und sie müssen demgemäß, da ihre Grundfläche so sehr viel grösser geworden ist, auch an Zahl erheblich zugenommen haben. Weiterhin habe ich mich dann der allerdings nur ungenau anzustellenden Zählung der Kerne unterzogen und fand wirklich stets bedeutend mehr Kerne auf den grösseren Knäueln. Das Verhalten der Gefässschlingen der Hypertrophie gegenüber konnte ich nicht genauer festsetzen. Ob daher nur eine Erweiterung der vorhandenen Schlingen oder auch eine Neubildung von solchen stattfindet, vermag ich nicht anzugeben.

Wir wenden uns nun zu den gewundenen Harnkanälchen, die bei den compensatorisch vergrösserten Organen stets in erster Linie in Betracht gezogen wurden und deren Vergrösserung die meisten Untersucher beschrieben.

Zunächst fiel mir hier auf, dass das Lumen der Kanälchen in den hypertrophischen Organen durchschnittlich deutlich weiter ist als in den normalen Nieren. Betrug dasselbe in letzteren Organen in maximo  $12\mu$ , so wuchs es in der hypertrophischen Niere auf  $20\mu$  in maximo an. Die Erweiterung des Lumens ist offenbar bedingt durch die grössere Harnmenge, die dasselbe passirt. Es muss diese Zunahme des Lumens natürlich bei Berechnung der Zunahme der Epithelien in Betracht gezogen werden, sie trägt etwas zur Vergrösserung des Umfanges des Harnkanälchens bei, allein der Hauptantheil an letzterer fällt dem Epithel zu, wie aus den anzu-führenden Angaben hervorgehen wird.

Zwar hat die Höhe einer jeden einzelnen Epithelzelle nicht so sehr zugenommen, dass eine beträchtlich, leicht zu messende Differenz hervorträte, allein die Gesammtmasse aller Epithelien ist nicht unerheblich angewachsen.

Durchmesser der Harnkanälchen in der normalen Niere.		hypertrofischen Niere.	
55	50	62	60
50	50	60	62
42	47	50	65
50	50	57	60
45	62	62	60
47	60	48	62
50	50	60	62
43	57	62	65
47	50	63	57
50	42	63	58
50	47	62	65
50	50	62	65
50	45	63	57
55	48	60	57
50	50	60	60
50	48	55	62
52	50	65	63
43	43	62	52
52	42	50	55
42	57	55	60
973	998	1181	1207
Mittel $48\frac{3}{8}$	$49\frac{1}{8}$	Mittel $59\frac{1}{20}$	$60\frac{7}{20}$ .

Ich habe je zwei Reihen angeführt, um zu zeigen, wie bei verschiedenen Messungen das Verhältniss im Wesentlichen das Gleiche bleibt. Danach ist also der Durchmesser der Harnkanälchen im compensatorischen Organe um ca.  $11 \mu$  grösser geworden.

Berechnen wir auf Grundlage dieser Zahlen nach der Formel  $2r\pi$  den Umfang der Harnkanälchen, so erhalten wir ( $\pi=3$ ) für die gesunde Niere ca. 150 für die compensatorische ca.  $180 \mu$ , d. h. der Umfang in dieser hat um  $30 \mu$  i. e.  $\frac{1}{5}$  mehr zugenommen als in jener. Den Gesammtquerschnitt finden wir nach der Formel  $r^2\pi$  und stellen ihn auf 2700 resp. 1875  $\square\mu$  fest, woraus wir eine Zunahme um 825  $\square\mu$  sich ergeben sehen. Von diesen Zahlen müssen wir aber den Querschnitt des Lumens in Abrechnung bringen um die Zunahme des Epithels allein zu bekommen. Nach den oben angegebenen Maassen beträgt derselbe 300 resp. 108  $\square\mu$  und von obigen Zahlen subtrahirt erhalten wir daher 2400 resp. 1767  $\square\mu$ , und daraus eine Querschnittvergrösserung des Epithels um  $633 \square\mu$  d. h. um  $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$  des normalen Querschnitts.

Die Volumszunahme der Harnkanälchen beruht nun einmal auf einer Vergrösserung der Zellen selbst, sodann auf einer wenn auch geringen Vermehrung derselben. Die Epithelien erscheinen, wie oben schon angeführt, in der compensatorischen Niere etwas höher als in der normalen. Da es in der Niere sehr schwer hält, Breitenbestimmungen der einzelnen Epithelzellen zu machen, so konnte ich mich in dieser Hinsicht nur auf die gegenseitige Entfernung ihrer Kerne stützen, die ja mit der Zunahme des Protoplasmas ebenfalls zunehmen muss. Nun liegen in der That in dem vergrösserten Organe die Kerne merklich weiter auseinander als in dem anderen, so dass danach der Schluss auf eine Verbreiterung der zugehörigen Zellen berechtigt ist. Aber daneben hat auch die Zahl der Kerne eine Vermehrung erfahren. Ich zählte auf möglichst dünnen Querschnitten für die normale Niere durchschnittlich 7, für die compensatorische 8—9 Kerne. Danach fasse ich das Resultat dahin zusammen, dass in diesen Hundenerien die Volumszunahme der Harnkanälchen auf Hypertrophie sowohl wie auf Hyperplasie beruht.

Die geraden Harnkanälchen boten bezüglich ihres Epithels keine Differenzen, nur war ihr Lumen ebenfalls etwas weiter, als in dem vergrösserten Organe. Die sehr geringe Zunahme des Durchmessers muss aus diesem Verhalten abgeleitet werden.

Am interstitiellen Gewebe sah ich keine Veränderungen eintreten.

Ganz analoge Ergebnisse lieferten die Nieren der beiden anderen Kaninchen, die 30 Tage lebten, gleich gross und kräftig waren. Ich beginne ohne Weiteres mit der Anführung der Messungen.

Länge	der normalen	Niere	$20\frac{1}{2}$ Mm.
	- hypertrophischen	-	$23\frac{1}{2}$ -
Höhe	- normalen	-	13 -
	- hypertrophischen	-	$14\frac{1}{2}$ -
Rauminhalt	- normalen	- gut	$2\frac{1}{4}$ Cem.
	- hypertrophischen	- fast	$3\frac{1}{4}$ -

Die Rindenbreite schwankte in der normalen zwischen  $2\frac{1}{2}$  und  $3\frac{1}{2}$  Mm., in der anderen zwischen  $3\frac{1}{2}$  und  $4\frac{1}{2}$  Mm.

Hier ist also die Masse der hypertrophischen Niere um beinahe  $\frac{1}{2}$  grösser als die der normalen. Die in beiden Fällen gleich grosse Marksubstanz abgerechnet, finden wir bei derselben Rechnung, wie sie für die Hundenerien angestellt wurde, dass der Cubikinhalt der compensatorischen Nierenrinde um ca.  $\frac{1}{3}$  der normalen Rinde beträchtlicher

ist. Die Größenverhältnisse, wie ich sie für die Glomeruli und die Harnkanälchen mittheilen werde, passen sehr gut dieser Rindenmasse.

Es folgen jetzt die Zahlen, die Glomeruli betreffend, aus denen ich wieder Reihen zu je 30 wählte. Wie bei den Hunden maass ich auch bei diesen Kaninchen Kapsel sowohl wie Gefässknäuel. Es ergiebt sich zunächst ein beträchtlicher Unterschied im absoluten Maassverhältniss. Bei den Hunden war die absolute Grösse der Kapseln und Glomeruli erheblich beträchtlicher, als bei den gleich alten Kaninchen.

Normale Niere.		Hypertrophische Niere.	
Kapseln.	Durchmesser der Knäuel.	Kapseln.	Knäuel.
100	85	107	90
98	100	108	100
92	90	112	112
87	87	107	100
100	92	110	105
87	72	113	107
87	82	110	95
85	85	110	97
92	95	112	107
83	82	105	102
100	92	113	103
87	85	105	102
107	105	116	112
100	85	106	98
95	97	113	100
97	87	105	100
100	85	107	105
95	95	112	105
105	92	113	95
87	87	108	95
83	95	112	100
100	85	113	95
92	87	107	100
87	82	112	97
93	82	105	80
82	75	105	95
87	65	97	98
98	77	105	105
90	57	107	105
83	85	110	100
2779 : 30	2570 : 30	3265 : 30	3005 : 30
= 92 $\frac{2}{3}$	= 85 $\frac{2}{3}$	= 108 $\frac{5}{6}$	= 100 $\frac{1}{3}$

Es zeigt sich, dass auch bei dem Kaninchen die Kapselweite beträchtlicher gewachsen ist, als die Grösse der Gefässknäuel, wenn auch nicht in gleichem Maasse wie bei den Hunden.

Das Minimum der normalen Glomeruli beträgt nach diesen Reihen  $72\text{ }\mu$ , das Maximum 105, und entsprechend in der anderen Niere 80 resp.  $112\text{ }\mu$ .

Die Differenz der beiden Gefässknäuel beläuft sich auf rund  $14\text{ }\mu$ . Bei Anstellung der gleichen Rechnung zur Veranschaulichung des Cubikinhaltes der Glomeruli ergiebt sich für die Knäuel der normalen Niere circa  $318025\text{ Cub.}\mu$  und für die gleichen Bestandtheile der compensatorischen 500000, woraus sich die Differenz auf  $181972\text{ Cub.}\mu$  berechnet. Dies entspricht einer Volumszunahme von annähernd  $\frac{2}{3}$  der normalen Grösse.

Die Weite der Kapsel ist um mehr als  $\frac{2}{3}$  der normalen Weite gestiegen.

Etwas geringer erscheint demnach die Vergrösserung der Glomeruli in den Kaninchen- als in den Hundenieren und das gleiche resultirt bezüglich der Harnkanälchen.

Ich will hier der Kürze halber nur je 10 Zahlen anführen, deren mittlere Werthe mit denen anderer Reihen übereinstimmen.

Durchmesser der Harnkanälchen in der  
normalen Niere.      hypertrophischen Niere.

30	47
37	40
38	43
40	50
37	52
35	45
40	38
38	48
42	40
45	43
<hr/> 38,2	<hr/> 44,6

Wir constatiren also im Verhältniss von  $38 : 44\text{ }\mu$  und berechnen aus diesen Zahlen die Umfänge der Harnkanälchen  $114,6 : 133,8\text{ }\mu$ , also eine Zunahme des Umfangs um ca.  $19\text{ }\mu$ , wir berechnen ferner die Gesammtquerschnitte zu  $1094,43\text{ }\square\mu$  resp.  $1491,87\text{ }\square\mu$  und daraus eine Vergrösserung des Querschnittes um  $497\text{ }\square\mu$ . Die Differenz in der Weite der Harnkanälchen ist hier

nicht so gross, wie bei den Hunden und unterlasse ich es daher, dieselbe noch abzüglich in Rechnung zu bringen.

Der Umfang des Harnkanälchens erfuhr also eine Zunahme von  $\frac{1}{6}$  des normalen Umfanges und der Querschnitt eine Zunahme von  $\frac{1}{2}$ . Was ich oben bei der Hundeniere für die Höhe des Epithels, die Zahl seiner Kerne sagte, gilt im Wesentlichen auch für das vorliegende Object.

Ueberblicken wir nun im Zusammenhang die gewonnenen Resultate. Darin stimmten alle bisherigen Angaben überein, dass bei erwachsenen Individuen eine Grössenzunahme der Glomeruli als Anteil der allgemeinen compensatorischen Hypertrophie nicht erfolgen soll. Es ist daher ein abweichendes und neues Ergebniss, wenn ich für wachsende Thiere eine Vergrösserung der Glomeruli bis auf das Doppelte nachweisen konnte. Wenn für die erwachsenen Nieren gleiche Beobachtungen fehlen, so liegt das einmal daran, dass die Glomeruli solcher Organe nicht mehr in gleichem Maasse wie die noch im Wachsthum begriffenen sich zu vergrössern vermögen. Und es ist ja sehr wohl denkbar, dass die nur mit Wasserfiltration betrauten Gefässknäuel höheren Ansprüchen mit dem gleichen anatomischen Apparat genügen können. Aber vielleicht sind auch auf der anderen Seite die bisherigen Messungen nicht in genügender Ausdehnung vorgenommen worden. Ich möchte hier bemerken, dass mir bei fleckweiser interstitieller Nephritis in den noch relativ gesunden Stellen sehr stark vergrösserte Glomeruli aufgefallen sind, die offenbar die Function der zu Grunde gegangenen mit übernommen hatten. Wenn Perl für normale Glomeruli in erwachsenen menschlichen Nieren in maximo  $225\mu$  angiebt, so fand ich in den eurotischen Organen Glomeruli von  $335\mu$ , was einer 4fachen Volumszunahme entspricht. Ich werde es mir angelegen sein lassen, die Frage einer erneuten experimentellen Prüfung zu unterwerfen.

Die Massenzunahme der Harnkanälchen anlangend, so stimmen meine Beobachtungen mit denen anderer Untersucher, Rosenstein ausgenommen, überein. Nur die Art und Weise der Zunahme des Gesammtvolumens ist noch nicht allseitig erledigt. Aus meinen Mittheilungen ziehe ich den Schluss, dass die Vergrösserung des Harnkanälchenquerschnittes beruht auf Hypertrophie und auf Hyperplasie, dass sowohl die Grösse wie die Zahl der Epithelien bei der

compensatorischen Ausgleichung zunimmt. Und das dürfte nicht allein für wachsende Nieren gelten. Denn Köster<sup>1)</sup> hat betreffs der compensatorischen Harnkanälchenhypertrophie in atrofischen Nieren hervorgehoben, es scheine, „als ob die Zahl der einen Querschnitt auskleidenden Epithelien grösser sei, als es einem normalen Harnkanälchenquerschnitt zukommt“. Und das an entsprechender Stelle von mir angegebene compensatorische Wachsthum der Harnkanälchen bei fleckweiser interstitieller Nephritis eines neugeborenen Kindes bestätigt meine für jugendliche Organe gethane Behauptung. Denn, wie ich nachträglich hinzufüge, waren neben jenen colossal vergrösserten Zellen die übrigen Epithelien in ihrer Zahl ausserordentlich vermehrt.

Da eine Grössenzunahme der Glomeruli für die compensatorische Hypertrophie bisher nicht mit Sicherheit bekannt war, so kann ich über die Art und Weise jener Zunahme die Literatur nur in soweit heranziehen, als Perl sagt: „Das physiologische Wachsthum der Niere erfolgt nach dem Typus der Hyperplasie; nur die Glomeruli erfahren eine wirkliche Grössenzunahme.“

Das Wachsthum der Glomeruli soll damit nach dem Typus der Hypertrophie erfolgen. Es mussten dann also die einzelnen Bestandtheile des Glomerulus, Schlingen und Epithelien sich nur vergrössern, nicht vermehren. Ich habe aber oben gezeigt, dass die compensatorische Hypertrophie wachsender Nieren einhergeht mit reichlicher Zunahme der Glomerulusepithelien an Zahl, daneben vielleicht auch an Grösse. Man kann aber nicht das Wachsen eines relativ complicirten Organbestandtheiles als Hypertrophie bezeichnen, wenn zwar seine Gesamtgrösse zunimmt, dies aber erreicht wird durch Vermehrung der einzelnen denselben zusammensetzenden Elemente, in unserem Falle also wenigstens der Epithelien, da ich über die Gefässschlingen Bestimmtes nicht zu eruiren vermochte.

Ich bemerke noch, dass aus der Vermehrung der Glomerulusepithelien auf die functionelle Bedeutung derselben nicht geschlossen werden darf, denn zu einer Bekleidung der grösser gewordenen Gefässwandungsflächen, nach Art der normalen Verhältnisse, gehört

natürlich eine grössere Anzahl Epithelien. Das Wesentliche bei der Glomerulusvergrösserung ist ja selbstverständlich die Zunahme der Wasserfiltrationsfläche.

Meine Resultate fasse ich kurz in folgenden Sätzen zusammen:

1) Bei der compensatorischen Hypertrophie wachsender Organe nimmt die Gesamtmasse der Rinde erheblich zu. Diese Massenzunahme beruht auf beträchtlicher Vergrösserung der Malpighi'schen Körperchen und der gewundenen Harnkanälchen.

2) Das compensatorische Wachsthum jugendlicher Organe erfolgt auf Grundlage einer Vermehrung der Harnkanälchen- und Glomerulusepithelien (Hyperplasie) und einer Vergrösserung der Harnkanälchen- und sehr wahrscheinlich auch der Glomerulusepithelien (Hypertrophie). Die Kapselweite der Glomeruli und die Weite des Lumens der gewundenen und geraden Harnkanälchen wird ebenfalls etwas beträchtlicher.

Mit der compensatorischen Grössenzunahme anderer paariger Organe (Hoden, Speicheldrüsen etc.) bei erwachsenen Thieren bin ich beschäftigt und hoffe darauf bezügliche Resultate baldigst vorlegen zu können.

---